

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



542505

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Mai 2005 (12.05.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/043086 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01D 3/08, 1/18

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/001689

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Juli 2004 (28.07.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 45 729.1 1. Oktober 2003 (01.10.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WENZLER, Axel
[DE/DE]; Regenbogenweg 16, 71229 Leonberg (DE).

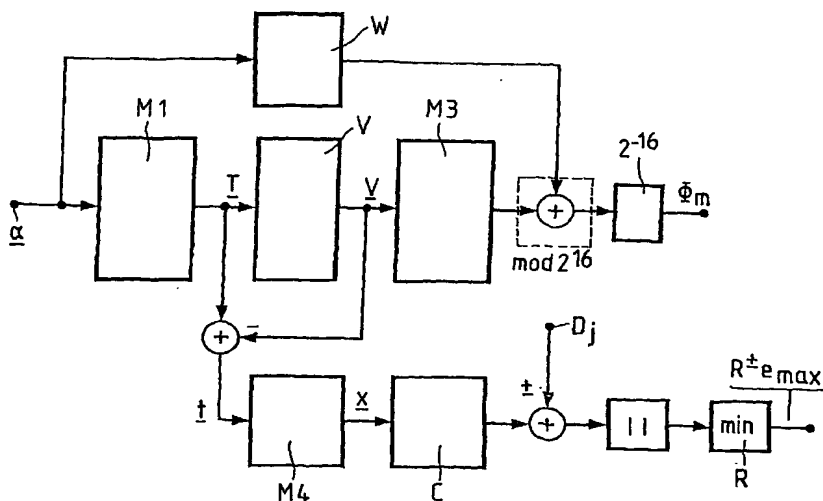
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND CIRCUIT ARRANGEMENT FOR DETERMINING A QUALITY LEVEL OF PHASE SIGNALS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR BESTIMMUNG EINES GÜTEMASSES VON
PHASENSIGNALEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a circuit arrangement for evaluating phase signals for determining an angle or a path of a linearly or rotatably displaced component, whereby a number (N) of phase measuring values (?), produced by scanning at least one phase-emitting arrangement on the linearly or rotatably displaced component by means of a respectively associated sensor, are evaluated. According to the invention, once the phase measuring values (a) have been transformed with a matrix (M₁), a quality level (R) is determined by producing a vector (T) followed by the result of a quantisation operation (V) relating to the vector (T). Once another transformation has been carried out with another matrix (M₄), another vector (X) is produced from the difference (t) between the vector (T) and the result of the quantisation operation (V), coefficients (C_j) and (D_j) being applied to the constituents (x_j) of said other vector, and the quality level (R) is derived therefrom.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/043086 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Auswertung von Phasensignalen zur Ermittlung eines Winkels oder Weges an einem linear oder rotatorisch bewegten Bauteil vorgeschlagen, bei dem eine Anzahl (N) Phasenmesswerte (α) ausgewertet werden, die durch Abtasten von mindestens einer Phasengeberanordnung am linear oder rotatorisch bewegten Bauteil mittels eines jeweils zugeordneten Sensors erzeugt werden. Eine Bestimmung eines Gütemaßes (R) erfolgt dadurch, dass nach einer Transformation der Phasenmesswerte (a) mit einer Matrix (M_1) ein Vektor (T) und daran anschließend das Ergebnis einer Quantisierungsoperation (V) bezüglich des Vektors (T) erzeugt wird. Aus der Differenz (t) aus dem Vektor (T) und dem Ergebnis der Quantisierungsoperation (V) wird nach einer Transformation mit einer weiteren Matrix (M_4) ein weiterer Vektor (X) erzeugt, dessen Komponenten (x_j) mit Koeffizienten (C_j) und (D_j) beaufschlagt und daraus wird das Gütemaß (R) abgeleitet.

Verfahren und Schaltungsanordnung zur Bestimmung eines
Gütemaßes von Phasensignalen

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Bestimmung eines Gütemaßes von Phasensignalen, insbesondere bei der Erfassung einer Bewegung oder eines Drehwinkels oder eines Drehmoments an Achsen oder Wellen, nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Beispielsweise müssen zur Erfassung des auf eine Lenkradachse eines Kraftfahrzeuges wirkenden Drehmomentes während der Drehung des Lenkrades sehr kleine Winkeländerungen in beiden Drehrichtungen des Lenkrades gemessen werden. Hierbei sind Inkrementalwinkelgeber anwendbar, die einer Winkelstellung aufgrund der Auswertung von optisch, magnetisch oder sonst wie durch die Drehung erzeugten und mit geeigneten Mitteln detektierten Signalen einen Phasemesswert zuordnen. Zur Vergrößerung des Eindeutigkeitsbereichs ist es möglich, wenigstens einen weiteren Messkanal mit einer anderen Phasensteigung einzusehen. Es tre-

-2-

ten hier also mehrere Phasenmesswerte auf. treten, aus denen die zu messende Größe, wie z.B. der Drehwinkel, eine Winkeldifferenz oder der Abstand zu einem Ziel, zu bestimmen ist.

Zur Auswertung solcher Phasenmesswerte wird im Fall von mehr als zwei Phasensignalen beispielsweise ein in der DE 101 42 449 A1 beschriebenes Verfahren vorgeschlagen. Dort werden aus einer Anzahl N von mehrdeutigen, gestörten Phasensignalen ein hochgenauer, robuster und eindeutiger Phasen- oder Winkelmesswert erzeugt. Dazu werden die gemessenen Phasenwerte u.a. mittels eines linearen Transformationsverfahren rechnerisch umgeformt und mit einer vorgegebenen Gewichtung ausgewertet.

Das Verfahren findet Anwendung z.B. bei einem optischen Winkelsensor, bei dem N parallele Spuren auf einem Zylinder aufgebracht sind. Auf jeder der N Spuren ($i=1\dots N$) befinden sich n_i Perioden einer Phaseninformation, die z.B. im optischen Fall durch n_i Perioden von Hell-Dunkelübergängen repräsentiert wird. Andere Sensorprinzipien, z.B. magnetisch oder kapazitiv, sind hier auch möglich. Auch können die Spuren des Sensors statt auf einem Zylinder auf einer Ebene aufgebracht sein, beispielsweise bei einem Wegsensor.

Bekannt ist außerdem aus der DE 195 06 938 A1, dass die Phasensignale durch die einfache oder auch mehrfache Anwendung eines klassischen oder modifizierten Noniusverfahrens ausgewertet werden können.

Weiterhin ist zur Ermittlung einer Winkeldifferenz aus der DE 101 42 448 A1 ebenfalls bekannt, dass die Phasenmesswerte gewichtet aufsummiert und daraus dann der ganzzahlige und nichtganzzahlige Anteil ermittelt wird. Der

nichtganzzahlige Anteil ist proportional der Winkeldifferenz zwischen zwei Spurengruppen eines Inkrementalwertgebers an einer Welle, so dass sich durch Multiplikation mit der Federrate eines zwischen die Spurengruppen geschalteten Torsionsstabes das Drehmoment an der Welle bestimmen lässt.

Aus der DE 100 34 733 A1 ist darüber hinaus für sich gesehen bekannt, dass in einer Initialisierungsphase ein vorgegebener Offsetwert zum Phasenmesswert addiert wird und daraus wiederum eine Anpassung des Offsetwertes erfolgt. Ein iteratives Näherungsverfahren zum Offsetabgleich zweier orthogonaler Sensorsignale ist für sich gesehen noch aus der DE 199 15 968 A1 bekannt.

Das gattungsgemäße Verfahren kann beispielsweise mit einer entsprechenden Sensoranordnung, wie in der zuvor erwähnten DE 101 42 448 A1 beschrieben, an der Lenkwelle eines Fahrzeugs als sogenannter Torque-Angle-Sensor (TAS) eingesetzt werden, bei dem gleichzeitig der Lenkwinkel und das Lenkmoment ausgegeben werden soll.

Vorteile der Erfindung

Mit dem eingangs erwähnten gattungsgemäßen Verfahren zur Erfassung beispielsweise des Drehwinkels- und/oder des Drehmoments an rotierenden mechanischen Bauteilen, können Phasenmesswerte durch Abtasten von mindestens einem Phasengeber am rotierenden Bauteil mittels eines jeweils zugeordneten Sensors ausgewertet werden. Erfindungsgemäß wird eine Bestimmung eines Gütemaßes für die Phasensignale in vorteilhafter Weise dadurch durchgeführt, dass nach einer Transformation der Phasenmesswerte mit einer vorgegebenen

Matrix ein Vektor und das Ergebnis einer Quantisierungsoperation bezüglich des Vektors erzeugt wird und dann aus der Differenz aus dem Vektor und dem Ergebnis der Quantisierungsoperation nach einer Transformation mit einer weiteren Matrix ein weiterer Vektor erzeugt wird. Aus den Komponenten des weiteren Vektors wird dann das betragsmäßige Minimum gebildet und hieraus das Gütemaß abgeleitet.

In besonders vorteilhafter Weise kann das Gütemaß nach folgender Beziehung ermittelt werden:

$$R \cdot e_{\max} = \min_{j=1, \dots, nx} \|D_j \pm x_j \cdot C_j\|$$

wobei die Größen C_j und D_j Koeffizienten darstellen, die aus den Phasensignalen herleitbar sind. Die Beaufschlagung mit den Koeffizienten C_j und D_j und die Transformation des Vektors mit der weiteren Matrix kann dabei auch auf einfache Weise in einem Verfahrensschritt zusammengefasst werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann in vorteilhafter Weise mit einer Schaltungsanordnung realisiert werden, die aus einer elektronischen Schaltung gebildet ist und ein Linear Mapping Module zur Verarbeitung der Phasensignale und ein Quantisierungsmodul aufweist. Mit einem weiteren Linear Mapping Module kann aus der Differenz aus dem Vektor am Ausgang des ersten Linear Mapping Moduls und dem Ergebnis der Quantisierungsoperation am Ausgang des Quantisierungsmoduls der weitere Vektor erzeugt werden, der in weiteren Bausteinen mit den Koeffizienten beaufschlagbar ist.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Schaltungsanordnung kann somit in vorteilhafter Weise ein skalares Gütemaß zur Beurteilung des Zusammenhangs zwischen den einzelnen Phasenmesswerten bestimmt werden. Mit Hilfe

-5-

dieses Maßes wird es dann möglich, Störungen und Fehlmessungen des Sensorsystems zu erkennen. Die Erfindung ermöglicht somit die Überwachung des gesamten Sensorsystems, da bisher eine solche Beurteilung des Gesamtsystems nicht möglich war. Beispielsweise bewirkt eine Schiefelage des Sensorkopfes gegenüber den Sensorspuren aufgrund eines sogenannten Tiltwinkels eine deutliche Reduktion des Gütemaßes. Weiterhin ist mit der Erfindung ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Bestimmung des Gütemaßes mit geringem Aufwand an Soft- und/oder Hardware in einer elektronischen Schaltung geschaffen, da für die Berechnung des Gütemaßes die Berechnung der absoluten Winkelwerte zunächst nicht benötigt wird.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Ansicht einer Schaltungsanordnung zur Erfassung des Drehwinkels einer Achse oder Welle durch Auswertung von Phasensignalen sowie die Anordnung zur Bestimmung des Gütemaßes und

Figur 2 eine Darstellung der Phasensignale nach einer Transformation und Quantisierung in einen zweidimensionalen Raum.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist ein Blockschaltbild einer Schaltungsanordnung zur Erfassung des Drehwinkels einer Achse oder Welle durch Auswertung von Phasensignalen $\underline{\alpha}$ gezeigt, die beispielsweise an einer Achse eines rotierenden Bauelements abgenommen werden, deren Drehwinkel Φ und deren Winkeldifferenz mit einer entsprechenden Sensoranordnung ermittelbar ist. Eine solche Anordnung ist prinzipiell aus der in der Beschreibungseinleitung als Stand der Technik erwähnten DE 101 42 448 A1 bekannt. Aus der ebenfalls in der Beschreibungseinleitung erwähnten DE 101 42 449 A1 ist bekannt, dass für Phasensignale α_i im Fall eines Winkelsensors mit N Phasensignalen die folgende Gleichung gilt:

$$\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_N \end{pmatrix} = \text{mod}_{2\pi} \left[\Phi \cdot \begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ n_N \end{pmatrix} \right] \quad (1)$$

Die Größe Φ ist hier der in der Messaufgabe gesuchte absolute Winkel, wobei die gleichen Beziehungen auch für einen linearen Wegsensor gelten. Hierbei werden ideale Messwerte vorausgesetzt, d.h. es sind prinzipiell keine Messfehler vorhanden. Die Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt anschließend anhand einer vierdimensionalen Phasenauswertung (N=4) der Signale von optischen Signalgebern. Hieraus kann dann mittels der weiteren Bausteine die Winkelstellung Φ_m und ggf. das Drehmoment der Welle oder Achse ermittelt werden.

Im einzelnen ist hier nach der Figur 1 ein Linear Mapping Module M1 zur Transformation der Phasensignale $\underline{\alpha}$ mit ei-

-7-

ner Matrix \underline{M}_1 in einen Vektor \underline{T} und ein Quantisierungsmodul V zur Erzeugung einer Quantisierungsoperation \underline{V} vorhanden. Darauf folgt ein weiteres Linear Mapping Modul M_3 zur Transformation mit einer Matrix \underline{M}_3 und es folgt eine ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannte Operation mit einem mod 2^{16} Baustein unter Berücksichtigung des Ausgangssignals eines Gewichtungsbausteins W für die Phasensignale $\underline{\alpha}$ um die Winkelstellung Φ zu erhalten.

Ausgangspunkt zur Berechnung des erfindungsgemäßen Gütemaßes R sind die Phasenwerte selbst oder eine Ermittlung nach der untenstehenden Gleichung (2) aus der Differenz \underline{t} zwischen den Vektoren \underline{T} und \underline{V} , die als Zwischenwerte der mehrdimensionalen Phasenauswertung nach dem Stand der Technik DE 101 42 449 A1 bei den hier üblichen Schaltungsanordnungen prinzipiell zur Verfügung stehen.

$$\underline{t} = \underline{T} - \underline{V} = \underline{T} - \text{quant}(\underline{T}) \quad (2)$$

Diese $N-1$ dimensionale Differenz \underline{t} wird mit Hilfe einer Matrix M_4 nach der Figur 1 in einem Linear Mapping Modul M_4 in einen Vektor \underline{X} abgebildet:

$$\underline{X} = \underline{M}_4 \cdot \underline{t} \quad (3)$$

Die Matrix M_4 besteht aus

$$n_x = \left(\frac{N}{N-2} \right) = \frac{N!}{2 \cdot (N-2)!} \quad (4)$$

Zeilen. Anschließend werden die Komponenten x_j des Vektors \underline{X} in einem Baustein C mit Koeffizienten C_j multipliziert. Zu dem Ergebnis werden dann weitere n_x Koeffizienten D_j addiert bzw. subtrahiert. Von den so erhaltenen $2n_x$ Werten wird dann in einem Baustein R das betragsmäßige

ge Minimum gebildet. Dieses Minimum hat den Wert

$$R \cdot e_{\max} = \min_{j=1, \dots, nx} \|D_j \pm x_j \cdot C_j\| \quad (5)$$

Der Wert e_{\max} ist der gleichzeitig in allen N Phasenwerten zulässige Fehler; e_{\max} ist von der Dimension und der speziellen Wahl der Periodenzahlen n_j abhängig. Der Berechnungsablauf für die zuvor erwähnten Größen kann beispielsweise für $N=4$ Dimensionen dem in der Figur 1 dargestellten Signalflussgraphen prinzipiell entnommen werden. Die Schaltungsanordnung für andere Dimensionen N ist grundsätzlich identisch, lediglich die angegebene Anzahl an Signalleitungen ändert sich.

Bei einem Zahlenbeispiel mit $N = 3$ Phasensignalen werden z.B. folgende Werte angenommen: $n_1=3$, $n_2=4$, und $n_3=5$. Ausgangspunkt sind die Werte nach der Gleichung (2). Die Matrizen \underline{M}_1 und \underline{M}_4 lauten in diesem Fall:

$$\underline{M}_1 = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} \quad \underline{M}_4 = \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ -1 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

und die Koeffizienten C_j bzw. D_j mit jeweils $j = 1 \dots 3$ haben dann die Werte:

$$C_1 = \frac{1}{7}, \quad C_2 = \frac{1}{8}, \quad C_3 = \frac{1}{9}, \quad D_1 = \frac{1}{7}, \quad D_2 = \frac{1}{8}, \quad D_3 = \frac{1}{6}$$

Für ideale Phasensignale nach der Gleichung (1) gilt somit $R = 1$ und

$$R \cdot e_{\max} = 45^\circ$$

Werden beispielsweise alle Phasensignale α_i als inverses Muster um 180° verschoben, so ergibt sich eine Gütemaß von $R = 0$.

Das mit der zuvor beschriebenen Methode berechnete Gütemaß R gibt an, wieviel Rauschen bzw. welcher Messfehler ausgehend vom aktuellen Phasenmesswert noch zugelassen werden kann, damit die gewünschte Funktionalität garantiert werden kann. In Figur 2 sind bei einem Beispiel von $N = 3$ Dimensionen nach einer Transformation in einen zweidimensionalen t -Raum die Bereichsgrenzen BG für die Phasenmesswerte im t -Raum als Vektoren \underline{t} aufgezeigt. Die möglichen Orte des Rauschens für ein korrektes Ergebnis sind hier mit dem Bereich RB eingegrenzt.

Das Rauschen wird hierbei typischerweise auf den Wert e_{\max} bezogen. Das heißt, bei idealen Phasenwerten nach der Beziehung (1) gilt $R = 1$ und der aktuelle Messwert liegt somit im Ausgangspunkt des Vektors \underline{t} . Liegt der aktuelle Messwert genau auf einer Bereichsgrenze BG der Quantisierungseinheit V nach der Figur 1 so nimmt das Gütemaß R seinen Minimalwert $R = 0$ an.

Patentansprüche

1) Verfahren zur Auswertung von Phasensignalen zur Ermittlung eines Winkels oder Weges an einem linear oder rotatorisch bewegten Bauteil, bei dem

- eine Anzahl (N) Phasenmesswerte (α) ausgewertet werden, die durch Abtasten von mindestens einer Phasengeberanordnung am linear oder rotatorisch bewegten Bauteil mittels eines jeweils zugeordneten Sensors erzeugt werden und bei dem
- die Phasenmesswerte (α) mittels einer linearen Transformation rechnerisch in einen neuen Bereich transformiert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- eine Bestimmung eines Gütemaßes (R) dadurch erfolgt, dass nach einer Transformation der Phasenmesswerte (α) mit einer Matrix (\underline{M}_1) ein Vektor (\underline{T}) und daran anschließend das Ergebnis einer Quantisierungsoperation (\underline{V}) bezüglich des Vektors (\underline{T}) erzeugt wird, dass
- aus der Differenz (\underline{t}) aus dem Vektor (\underline{T}) und dem Ergebnis der Quantisierungsoperation (\underline{V}) nach einer Transformation mit einer weiteren Matrix (\underline{M}_4) ein weiterer Vektor (\underline{X}) erzeugt wird und dass
- aus den Komponenten (x_j) des weiteren Vektors (\underline{X}) das betragsmäßige Minimum gebildet und hieraus das Gütemaß (R) abgeleitet wird.

-11-

2) Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Gütemaß (R) nach folgender Beziehung ermittelt wird:

$$R \cdot e_{\max} = \min_{j=1, \dots, nx} \|D_j \pm x_j \cdot C_j\|,$$

- wobei die Größen (C_j) und (D_j) Koeffizienten darstellen, die aus den Phasensignalen herleitbar sind.

3) Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Beaufschlagung mit den Koeffizienten (C_j) und (D_j) und die Transformation des Vektors (X) mit der weiteren Matrix (M₄) in einem Verfahrensschritt zusammengefasst sind.

4) Schaltungsanordnung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- eine elektronischen Schaltung mit einem Linear Mapping Module (M1) zur Verarbeitung der Phasensignale (α) mit einer Matrix (M₁) und mit einem Quantisierungsmodul (V) versehen ist und dass
- mit einem Linear Mapping Module (M4) aus der Differenz (t) aus dem Vektor (T) am Ausgang des Linear Mapping Moduls (M1) und dem Ergebnis der Quantisierungsoperation (V) am Ausgang des Quantisierungsmoduls (V) der weiterer Vektor (X) erzeugbar ist, der

-12-

in weiteren Bausteinen (C, D) mit den Koeffizienten (C_j) und (D_j) beaufschlagbar ist.

1 / 1

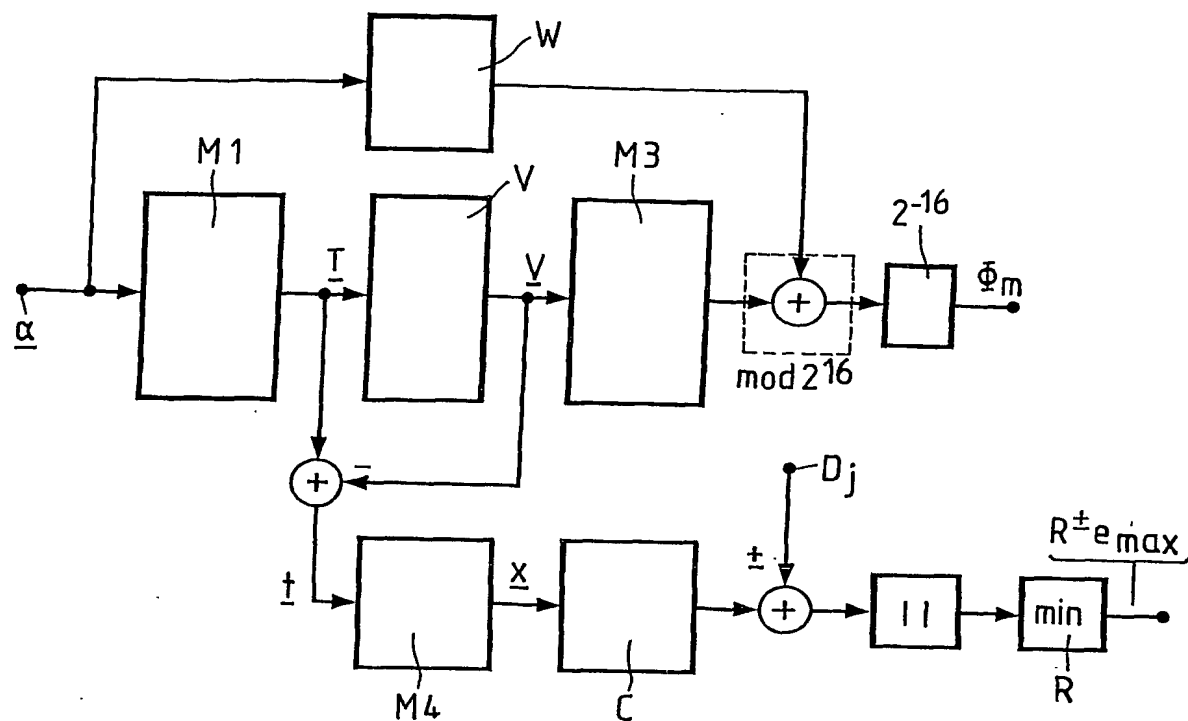


Fig.1

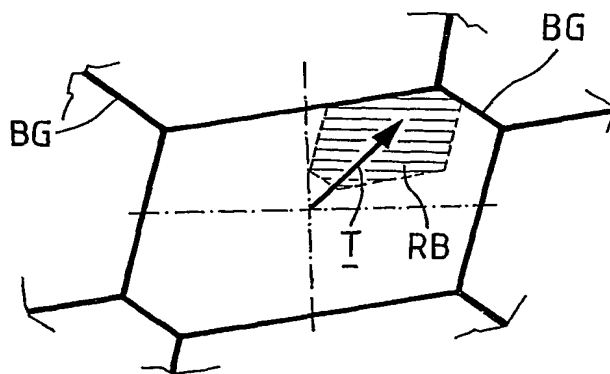


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001689

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01D3/08 G01D1/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 42 449 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 14 March 2002 (2002-03-14) cited in the application figures 7,8 column 5, line 61 column 5, lines 67,68 column 1, lines 27-31 column 6, lines 2,3 column 3, lines 35-43	1,4
A	DE 100 18 298 A1 (DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH) 25 October 2001 (2001-10-25) figure 1 column 2, paragraph 20 column 3, paragraph 23	1,4

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 February 2005

Date of mailing of the international search report

17/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moulara, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001689

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10142449	A1	14-03-2002	AU 9162001 A	13-03-2002
			WO 0218971 A1	07-03-2002
			EP 1315979 A1	04-06-2003
			US 2004080451 A1	29-04-2004
DE 10018298	A1	25-10-2001	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001689

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01D3/08 G01D1/18

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 42 449 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 14. März 2002 (2002-03-14) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 7,8 Spalte 5, Zeile 61 Spalte 5, Zeilen 67,68 Spalte 1, Zeilen 27-31 Spalte 6, Zeilen 2,3 Spalte 3, Zeilen 35-43	1,4
A	DE 100 18 298 A1 (DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH) 25. Oktober 2001 (2001-10-25) Abbildung 1 Spalte 2, Absatz 20 Spalte 3, Absatz 23	1,4

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Februar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/02/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Moulara, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001689

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10142449	A1	14-03-2002	
		AU 9162001 A	13-03-2002
		WO 0218971 A1	07-03-2002
		EP 1315979 A1	04-06-2003
		US 2004080451 A1	29-04-2004
DE 10018298	A1	25-10-2001	KEINE